



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 20 794 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**F 01 N 9/00**

21 Aktenzeichen: 100 20 794.4  
22 Anmeldetag: 28. 4. 2000  
43 Offenlegungstag: 7. 6. 2001

30 Unionspriorität:  
315222 19. 05. 1999 US  
71 Anmelder:  
Ford Global Technologies, Inc., Dearborn, Mich.,  
US  
74 Vertreter:  
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,  
80538 München

72 Erfinder:  
Farmer, David George, Plymouth, Mich., US;  
Sumilla, Gopichandra, Westland, Mich., US;  
Robichaux, Jerry Dean, Riverview, Mich., US;  
Castro, Salomone, Oak Park, Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Regelungssystem für das Kraftstoff-Luft-Verhältnis einer Schadstoffbegrenzungsvorrichtung

57 Ein Temperaturregelungssystem für NO<sub>x</sub>-Abscheider zur Entschwefelung des Abscheiders arbeitet mit einem Motor mit einigen Zylindern, in denen magerer Verbrennung stattfindet, und mit einigen Zylindern, in denen fette Verbrennung stattfindet. Die mageren und die fetten Verbrennungsabgase werden zur Ausbildung eines Gemischs zusammengebracht, das mit dem Ziel, eine exotherme Reaktion zu bewirken, dem Abscheider zugeführt wird. Das gewünschte magerer Kraftstoff-Luft-Verhältnis und das gewünschte fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis der entsprechenden, mit magerem und mit fettem Gemisch arbeitenden Zylinder werden unter anderem anhand der Differenz zwischen der Abscheidertemperatur und einer gewünschten Abscheidertemperatur ermittelt. Das gewünschte magerer Kraftstoff-Luft-Verhältnis und das gewünschte fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis der entsprechenden mit magerem und mit fettem Gemisch arbeitenden Zylinder werden außerdem anhand des gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des Abgasgemischs beim Eintritt in den Abscheider ermittelt.

DE 100 20 794 A 1

DE 100 20 794 A 1

Die Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses eines Abgasgemischs beim Eintritt in eine Schadstoffbegrenzungsvorrichtung während der Entschwefelung.

Es sind Motorsysteme bekannt, bei denen der Motor zur Optimierung des Kraftstoffverbrauchs mit magerer Verbrennung bzw. einem mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnis (Kraftstoff-Luft-Verhältnis für ein mageres Gemisch) betrieben wird. Um den Bedingungen einer mageren Verbrennung Rechnung zu tragen, werden Schadstoffbegrenzungsvorrichtungen wie Stickoxid-Abscheider ( $\text{NO}_x$ -Abscheider) zur Adsorption der Stickoxidemissionen eingesetzt, die der Motor beim Betrieb mit einem mageren Kraftstoff-Luft-Gemisch produziert. Die adsorbierten Stickoxide werden regelmäßig durch Betrieb des Motors mit fetter Verbrennung bzw. einem fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnis (Kraftstoff-Luft-Verhältnis für ein fettes Gemisch) beseitigt.

Während des normalen Betriebs mit magerem und fettem Gemisch kann es vorkommen, daß sich der im Kraftstoff enthaltene Schwefel in der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung einlagert. Dadurch verschlechtert sich nach und nach die Adsorptionsfähigkeit der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung für Stickoxide sowie die Wirksamkeit der Vorrichtung. Zur Kompensation des Schwefeleffekts stehen mehrere Verfahren zur Schwefeldekontamination zur Verfügung.

Eines der Verfahren zur Schwefeldekontamination erfordert die Anhebung der Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung auf einen vorbestimmten Wert. Anschließend wird, während die katalytische Masse zur Verringerung des in der Vorrichtung eingelagerten Schwefels diese erhöhte Temperatur aufweist, zusätzlicher Kraftstoff eingespritzt. Zur Erhöhung der Temperatur der Vorrichtung arbeiten einige Zylinder mit magerem Gemisch und einige Zylinder mit fettem Gemisch. Beim Zusammentreffen der mageren und der fetten Abgase in der Vorrichtung finden exotherme Reaktionen statt, wobei Wärme zur Erhöhung der Temperatur der Vorrichtung frei wird. Zur Aufrechterhaltung eines gewünschten Werts für das mittlere Kraftstoff-Luft-Verhältnis der gemischten Abgase werden für das magere und das fette Abgas bestimmte gewünschte magere bzw. fette Kraftstoff-Luft-Verhältnisse beibehalten. Die gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisse für das magere und das fette Gemisch werden durch Abfragen einer Tabelle mit verschiedenen Korrekturfaktoren ermittelt. Zur Korrektur des jeweils gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für das magere und das fette Gemisch bei durch die Korrekturfaktoren verursachten Regelungsfehlern wird ein Sensor für das Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Abgases eingesetzt. Ein solches Verfahren ist in der amerikanischen Patentschrift U.S. 5,657,625 beschrieben.

Die Erfinder haben festgestellt, daß der obengenannte Ansatz mit einem Nachteil behaftet ist. Insbesondere ist das beschriebene Verfahren zur Aufrechterhaltung des mittleren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des Abgasgemischs umständlich und allzu komplex. Außerdem erfordert das obengenannte Verfahren den Einsatz eines zusätzlichen Sensors für das Kraftstoff-Luft-Verhältnis der Abgase, da die Verfahren mit offenem Regelkreis nicht stabil genug sind. Für den Einsatz des obengenannten Verfahrens sind umfangreiche Test- und Entwicklungsarbeiten sowie übermäßig viel Computerspeicherkapazitäten erforderlich, außerdem sind die Kosten sehr hoch. Mit anderen Worten, es wird kein einfaches, klares und präzises Verfahren zur Ermittlung eines gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für die mit magerem Gemisch arbeitenden Zylinder und eines gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für die mit fettem Gemisch arbeitenden Zylinder gezeigt, mit dem ein gewünschtes Kraftstoff-Luft-Verhältnis für das Abgasgemisch erreicht wird.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein System und ein Verfahren zur Regelung der zylinderbezogenen Kraftstoff-Luft-Verhältnisse für die Entschwefelung einer Schadstoffbegrenzungsvorrichtung vorzusehen, wobei die Schadstoffbegrenzungsvorrichtung dadurch erwärmt wird, daß einige Motorzylinder mit magerem Gemisch (Magergemischzylinder) und einige Motorzylinder mit fettem Gemisch (Fettgemischzylinder) arbeiten.

Das obengenannte Ziel wird bei gleichzeitiger Überwindung der Nachteile früherer Lösungsansätze durch ein Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses eines Abgasgemischs beim Eintritt in eine Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht, die in einer Vorrichtung zur Abgasdurchführung eines Verbrennungsmotors mit zumindest einem ersten und einem zweiten Zylinder eingebaut ist. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß ein gewünschtes mageres Kraftstoff-Luft-Verhältnis für den ersten Zylinder erzeugt wird, so daß eine gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht wird, wobei der erste Zylinder mit dem genannten gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnis arbeitet, und daß anhand des genannten gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses und anhand eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für das Abgasgemisch ein gewünschtes fettes Kraftstoff-Luft-Verhältnis für den zweiten Zylinder erzeugt wird, wobei die Abgase des ersten und des zweiten Zylinders das Abgasgemisch bilden und der zweite Zylinder mit dem genannten gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnis arbeitet.

Durch Berechnung des gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für die Magergemischzylinder zur Regelung der Abscheidertemperatur und anschließende Berechnung eines entsprechenden fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für die Fettgemischzylinder können die gemischten Abgase aus dem Magergemischzylinder und dem Fettgemischzylinder präzise zur Bildung eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für das Abgasgemisch eingeregelt werden. Mit anderen Worten dient der Temperaturregelungsvorgang zur Berechnung des gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses, da die Erhöhung bzw. Verringerung des mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses zur Erhöhung bzw. Verringerung der Abscheidertemperatur führt. Da für das Abgasgemisch aus den Magergemisch- und den Fettgemischzylindern ein bestimmtes Kraftstoff-Luft-Verhältnis gewünscht wird, wird anschließend dieses gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis für das Abgasgemisch zusammen mit dem soeben berechneten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnis zur Berechnung des gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses verwendet. Auf diese Weise wird die Temperatur auf das gewünschte Niveau eingeregelt, und das Abgasgemisch aus den Magergemisch- und den Fettgemischzylindern bildet ein Abgasgemisch mit einem gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnis, ohne daß eine zusätzliche Korrektur oder Sensorrückmeldung erforderlich ist.

In einer alternativen Ausführungsform wird das obengenannte Ziel bei gleichzeitiger Überwindung der Nachteile früherer Lösungsansätze durch ein Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses eines Abgasgemischs beim Eintritt in eine Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht, die in einer Vorrichtung zur Abgasdurchführung eines Verbrennungsmotors mit zumindest einem ersten und einem zweiten Zylinder eingebaut ist. Das Verfahren ist dadurch ge-

kennzeichnet, daß ein gewünschtes fettes Kraftstoff-Luft-Verhältnis für den ersten Zylinder erzeugt wird, so daß eine gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht wird, wobei der erste Zylinder mit dem genannten gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnis arbeitet, und daß anhand des genannten gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses und anhand eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für das Abgasgemisch ein gewünschtes mageres Kraftstoff-Luft-Verhältnis für den zweiten Zylinder erzeugt wird, wobei die Abgase des ersten und des zweiten Zylinders das Abgasgemisch bilden und der zweite Zylinder mit dem genannten gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnis arbeitet.

In dieser Ausführungsform ist die Berechnungsreihenfolge umgekehrt, und es wird zunächst das fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis zur Regelung der Abscheidertemperatur berechnet. Anschließend wird anhand des fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses und des gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des Abgasgemischs das magerere Kraftstoff-Luft-Verhältnis berechnet. Mittels Berechnung des gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für die Fettgemischzylinder zur Temperaturregelung und anschließender Berechnung eines entsprechenden mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für die Magergemischzylinder kann das Abgasgemisch aus den Magergemisch- und Fettgemischzylindern exakt über das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Gemischs geregelt werden.

In einer alternativen Ausführungsform wird das obengenannte Ziel bei gleichzeitiger Überwindung der Nachteile früherer Lösungsansätze durch ein Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses eines Abgasgemischs beim Eintritt in eine Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht, die in einer Vorrichtung zur Abgasdurchführung eines Verbrennungsmotors mit zumindest einem ersten und einem zweiten Zylinder eingebaut ist. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß eine gewünschte Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen des ersten und des zweiten Zylinders erzeugt wird, so daß eine gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht wird, daß ferner anhand der genannten gewünschten Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen und anhand eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für das Abgasgemisch ein gewünschtes mageres Kraftstoff-Luft-Verhältnis für den ersten Zylinder erzeugt wird, wobei die Abgase aus dem ersten und dem zweiten Zylinder das Abgasgemisch bilden, und daß anhand der genannten gewünschten Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen und anhand des gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des genannten Abgasgemischs ein gewünschtes fettes Kraftstoff-Luft-Verhältnis für den zweiten Zylinder erzeugt wird.

In dieser Ausführungsform dient die Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen zur Regelung der Abscheidertemperatur. Anschließend werden die Kraftstoff-Luft-Verhältnisse für den Magergemischzylinder und für den Fettgemischzylinder aus der Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen und dem gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Abgasgemischs berechnet. Da die Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen proportional zur Wärmezufuhr zum Abscheider ist, kann dieser Parameter zur Regelung der Abscheidertemperatur verwendet werden. Anschließend werden die Kraftstoff-Luft-Verhältnisse für den Magergemischzylinder und für den Fettgemischzylinder exakt berechnet, um bei einem bestimmten Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Abgasgemischs die gewünschte Differenz vorzusehen.

Ein Vorteil aller Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung liegt in einer verbesserten Haltbarkeit des Stickoxid-Abscheiders.

Ein weiterer Vorteil aller Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung liegt im verbesserten Wirkungsgrad der Stickoxidumwandlung.

Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden dem Leser dieser Beschreibung ohne weiteres ersichtlich.

Die Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden ohne weiteres unter Bezugnahme auf die Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele unter Berücksichtigung der beigelegten Zeichnungen ersichtlich. Es zeigen:

Fig. 1 eine Blockdarstellung einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung und

Fig. 2-10 aufgabenorientierte Ablaufdiagramme für verschiedene Vorgänge, die von einem Teil der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der Erfindung durchgeführt werden.

Fig. 1 zeigt einen Verbrennungsmotor 10 mit mehreren, mit dem Ansaugkrümmer 11 verbundenen Zylindern. Die Motorzylinder können innerhalb eines von einem Grenzwert für mageres Gemisch bis zu einem Grenzwert für fettes Gemisch begrenzten Bereichs für das Kraftstoff-Luft-Verhältnis arbeiten. Fig. 1 zeigt zwei mit einem mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnis arbeitende und zwei mit einem fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnis arbeitende Zylinder. Den Zylindern des Motors 10 wird über den von der Drosselklappe 14 gesteuerten Ansaugkrümmer 11 Luft zugeführt. Den mit fettem Gemisch arbeitenden Zylindern wird über die Einspritzdüsen 20 und 22 Kraftstoff zugeführt. Den mit magerem Gemisch arbeitenden Zylindern wird über die Einspritzdüsen 24 und 26 Kraftstoff zugeführt. Die mit fettem Gemisch arbeitenden Zylinder produzieren Abgase, die unverbrannte Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid enthalten, während die mit magerem Gemisch arbeitenden Zylinder einen Abgasstrom mit Sauerstoffüberschuß produzieren. Die fetten Abgase verlassen die mit fettem Gemisch arbeitenden Zylinder durch den Krümmer für fette Abgase 30 und strömen durch den ersten Dreizeigekatalysator 32. Die mageren Abgase verlassen die mit magerem Gemisch arbeitenden Zylinder durch den Krümmer für magere Abgase 34 und strömen durch den zweiten Dreizeigekatalysator 36. Die mageren und die fetten Abgase werden dann zur Bildung eines Abgasgemischs mit einem für dieses Abgasgemisch spezifischen Kraftstoff-Luft-Verhältnis zusammengeführt, bevor sie in den NOx Abscheider 40 für magere Gemische gelangen. Die katalytische Aktivität des Abscheiders 40 fördert eine exotherme chemische Reaktion des aus mageren und fetten Gasen gebildeten Abgasgemischs, was zu katalytischer Nachverbrennung, Erzeugung von Wärme und Erhöhung der Temperatur des Abscheiders 40 führt.

Zwar arbeiten in der bevorzugten Ausführungsform zwei Zylinder mit fettem und eine identische Anzahl von Zylindern mit magerem Gemisch, doch sind auch alternative Ausführungsformen möglich. So kann beispielsweise eine beliebige Gesamtanzahl von Zylindern verwendet werden, wobei die Anzahl der mit magerem und der mit fettem Gemisch arbeitenden Zylinder gleichfalls variabel ist. Beispielsweise kann ein Achtzylindermotor fünf mit magerem Gemisch arbeitende und drei mit fettem Gemisch arbeitende Zylinder aufweisen. Die Bestimmung des mageren und des fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses in Systemen mit gleicher oder ungleicher Zylinderverteilung wird im folgenden unter be-

sonderer Bezugnahme auf Fig. 2-10 noch beschrieben werden.

Der Regler 12 ist in Fig. 1 als herkömmlicher Mikrocomputer mit einer Mikroprozessoreinheit (CPU) 102, Anschlüssen für Ein-/Ausgänge 104, einem Nur-Lesespeicher (ROM) 106, einem Arbeitsspeicher (RAM) 108 und einem herkömmlichen Datenbus dargestellt. Es wird gezeigt, daß der Regler 12 verschiedene Signale von den mit dem Motor 10 verbundenen Sensoren 120 empfängt. Desweiteren wird dem Regler 12 über den Temperaturfühler 42 die Temperatur (T) des Abscheiders 40 gemeldet. Alternativ kann die Temperatur (T) unter Verwendung verschiedener Verfahren, die den Fachleuten auf diesem Gebiet bekannt sind, geschätzt werden.

Der Regler 12 sendet außerdem das Signal fpwr an die Kraftstoff-Einspritzdüsen 20 und 22 und das Signal fpwl an die Kraftstoff-Einspritzdüsen 24 und 26.

Fig. 2-9 sind aufgabenorientierte Ablaufdiagramme für verschiedene, zur Entschwefelung des Abscheiders 40 durchgeführte Vorgänge. Diese Programmteile werden ausgeführt, nachdem festgestellt wurde, daß geeignete Bedingungen zur Abscheiderentschwefelung vorliegen. Zur Bestimmung der Eingangsbedingungen, beispielsweise wenn eine über einem vorbestimmten Wert liegende Fahrzeuggeschwindigkeit und ein unter einem vorbestimmten Wert liegender Wirkungsgrad der Stickoxidabscheidung vorliegen, sind verschiedene Verfahren bekannt. Weitere Bedingungen wie Motordrehzahl, Motorlast und Getriebeübersetzungsverhältnis können hinzugezogen werden. Im allgemeinen findet die Abscheiderentschwefelung statt, wenn der Abscheider 40 mit Schwefel gesättigt ist und eine Verschlechterung in seiner Wirksamkeit erkannt wurde bzw. vermutet wird. Desweiteren ist, wie im folgenden noch beschrieben werden wird, eine Mindesttemperatur des Abscheiders erforderlich, damit eine Oxidation der Kohlenwasserstoffe und des Kohlenmonoxids durch den überschüssigen Sauerstoff gewährleistet ist.

Unter Bezugnahme auf Fig. 2 wird ein Programmteil zur Vorausberechnung der Temperatur (T) des Abscheiders 40 beschrieben. Zunächst wird in Schritt 210 am Sensor 42 die Ist-Temperatur abgefragt. Wie oben bereits beschrieben worden ist, kann die Ist-Temperatur des Abscheiders unter Verwendung verschiedener Verfahren, die den Fachleuten auf diesem Gebiet bekannt sind, geschätzt werden. Anschließend wird in Schritt 212 die voraussichtliche Änderung der Abscheidertemperatur ( $\Delta T$ ) anhand der Differenz zwischen dem aktuellen Temperaturwert (T) und dem vorherigen Temperaturwert (Tpre), dividiert durch die Prüfzeit ( $\Delta t$ ), berechnet. Anschließend wird in Schritt 214 die voraussichtliche Änderung der Abscheidertemperatur ( $\Delta T$ ) zwischen dem Höchst- und dem Mindestwert getrimmt, wobei es sich beim Höchst- und beim Mindestwert um vorbestimmte kalibrierbare Werte handelt. Anschließend wird in Schritt 216 zur Bildung des vorausgesagten Temperaturwerts (Tp) die getrimmte voraussichtliche Änderung der Abscheidertemperatur ( $\Delta T$ ) zum aktuellen Temperaturwert (T) addiert. In Schritt 218 wird für die vorherige Temperatur (Tpre) der aktuelle Temperaturwert (T) eingesetzt.

Unter Bezugnahme auf Fig. 3 wird ein Programmteil zur Ermittlung eines Rückmeldungsbetrags zur Regelung der Abscheidertemperatur (T) auf eine gewünschte Temperatur (Tdes) beschrieben. In Schritt 310 wird die gewünschte Entschwefelungstemperatur (Tdes) für den Abscheider 40 ermittelt. In einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich hierbei um einen vorbestimmten konstanten Wert. Die gewünschte Temperatur kann jedoch anhand verschiedener Faktoren wie beispielsweise dem Wirkungsgrad des Abscheiders, dem Alter des Abscheiders und beliebigen weiteren Faktoren, deren beeinträchtigende Wirkung auf die optimale Entschwefelungstemperatur den Fachleuten auf diesem Gebiet bekannt ist, angepaßt werden. Anschließend wird in Schritt 312 aus der Differenz zwischen der gewünschten Temperatur (Tdes) und der vorausgesagten Temperatur (Tp) der Temperaturfehler (e) berechnet. In Schritt 314 wird der Temperaturfehler (e) mittels eines Proportional-Integralreglers (den Fachleuten auf diesem Gebiet als PI-Regler bekannt) verarbeitet, damit das magerere Kraftstoff-Luft-Verhältnis für die Magergemischzylinder eine Korrektur ( $\Delta L/FB$ ) erfährt.

Unter Bezugnahme auf Fig. 4 wird ein Programmteil zur Berechnung eines vorausgesteuerten Korrekturwerts (Feed-Forward-Korrekturwert) für das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis unter Berücksichtigung der Motorlaständerungen beschrieben. Zunächst wird in Schritt 410 die Motorlast abgefragt. In einer bevorzugten Ausführungsform stellt die Motorlast das Verhältnis aus dem beispielsweise mittels eines Luftmassenmessers ermittelten Luftdurchfluß im Motor und der Motordrehzahl dar. Anschließend wird in Schritt 412 die motorlastbedingte Anpassung des gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses ( $\Delta LLA$ ) als Produkt aus Last und vorbestimmtem Zuwachs (GI) berechnet. Die Lastkorrektur ist notwendig, weil die Motorlast einen großen Einfluß darauf hat, wieviel Wärme dem Abscheider 40 zugeführt wird. Wenn beispielsweise die Kraftstoff-Luft-Verhältnisse für die Magergemisch- und Fettgemischzylinder konstant gehalten werden, aber eine wesentliche Steigerung des Luftdurchflusses auftritt, wird dem Abscheider 40 wesentlich mehr Wärme zugeführt.

Unter Bezugnahme auf Fig. 5 wird ein Programmteil zur Ermittlung einer gewünschten Voranreicherung beschrieben, mit der das gewünschte magerere Kraftstoff-Luft-Verhältnis versehen werden soll. Die gewünschte Voranreicherung dient als geringfügige Voranreicherung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des Gemischs. Dieses geringfügig angefettete Gemisch setzt im Abscheider das eingelagerte Schwefeloxid frei, wenn der Abscheider, wie bereits beschrieben worden ist, die geeignete Entschwefelungstemperatur aufweist. Außerdem erzeugt diese Voranreicherung zusätzliche exotherme Wärme, die eine weitere Erhöhung der Abscheidertemperatur fördert. Um diesem Umstand im Sinne einer Voraussteuerung Rechnung zu tragen, wird die Voranreicherung auch zur Anpassung (Verringerung) der gewünschten Differenz zwischen dem mageren und dem fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnis verwendet. Auf diese Weise wird die aus der Voranreicherung zugeführte zusätzliche Wärme voraussteuernd dadurch neutralisiert, daß weniger exotherme Wärme aus der Reaktion der mageren und der fetten Abgase vorgesehen wird. Auf diese Weise kann die Abscheidertemperatur auch bei Zuführung der Voranreicherung präziser auf eine gewünschte Temperatur eingeregelt werden.

Zunächst wird in Schritt 510 ermittelt, ob die Abscheidertemperatur (T) höher oder gleich der gewünschten Temperatur (Tdes) ist. Wenn die Antwort bei Schritt 510 NEIN lautet, wird der Parameter (time\_at\_temp), der die Zeitdauer erfaßt, während der der Abscheider die gewünschte oder eine höhere Temperatur aufweist, wie in Schritt 512 gezeigt, angepaßt. Andernfalls wird der Parameter time\_at\_temp, wie in Schritt 514 gezeigt, angepaßt. Anschließend wird in Schritt 516 ermittelt, ob die Abscheidertemperatur (T) höher oder gleich der gewünschten Temperatur (Tdes) ist und ob der Parameter time\_at\_temp größer als der vorbestimmte Wert min\_time ist. Der Wert min\_time stellt die Mindestzeit dar, während der die Abscheidertemperatur (T) höher oder gleich der gewünschten Temperatur (Tdes) sein muß, bevor eine Ent-

schwefelung stattfinden kann. Wenn die Antwort bei Schritt 516 NEIN lautet, wird die Anpassung der Voranreicherung (ALRB) in Schritt 518 auf Null gesetzt.

Andernfalls wird in Schritt 520 der Anpassungswert für die Voranreicherung (ALRB) anhand der gewünschten Voranreicherung (RB) und dem Parameter  $time\_at\_temp$  berechnet. Im allgemeinen dient der Wert  $time\_at\_temp$  dazu, dem gesamten Abscheidematerial das Erreichen der gewünschten Temperatur ( $T_{des}$ ) zu ermöglichen. Beispielsweise kann zur Berechnung von (ALRB) ein Filter für einen gleitenden Mittelwert verwendet werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 6 wird ein Programmteil zum Trimmen des gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses beschrieben. Zunächst wird in Schritt 610 ermittelt, ob die Abscheidertemperatur ( $T$ ) höher als die Summe aus einem unteren Regelgrenzwert (TLO) und einem Sicherheitsfaktor (SF) ist. Wenn die Antwort bei Schritt 610 NEIN lautet, wird anschließend in Schritt 612 für den temporären Wert ( $temp$ ) das stöchiometrische Kraftstoff-Luft-Verhältnis ( $S$ ) eingesetzt. Dadurch wird verhindert, daß einige Zylinder mit magerem Gemisch und einige Zylinder mit fettem Gemisch unterhalb der Aktivierungstemperatur des Abscheiders arbeiten. Mit anderen Worten verursacht der Betrieb mit magerem und fettem Gemisch zur Temperaturregelung unterhalb einer Aktivierungstemperatur in der Tat eine Verringerung der Temperatur des Abscheiders 40. Dies bewirkt eine Regelungsumkehr und verursacht eine Instabilität des Reglers, was wiederum zu einer Leistungsver schlechterung führt.

Wenn, wie weiter aus Fig. 6 ersichtlich ist, die Antwort bei Schritt 610 JA lautet, wird in Schritt 614 ermittelt, ob die Abscheidertemperatur ( $T$ ) niedriger als der obere Temperaturgrenzwert ( $high\_limit$ ) ist, wobei  $high\_limit$  eine über der Summe aus dem unteren Regelgrenzwert (TLO) und dem Sicherheitsfaktor (SF) liegende Temperatur darstellt.  $High\_limit$  stellt einen Grenzwert dar, unterhalb dessen zur Vermeidung eines unzureichenden Regelungsverhaltens keine Regelung mit geschlossenem Regelkreis durchgeführt wird. Wenn die Antwort bei Schritt 614 JA lautet, wird anschließend in Schritt 616 für den temporären Wert ( $temp$ ) ein vorbestimmter konstanter Wert ( $\lambda LL$ ) eingesetzt. Dieser vorbestimmte konstante Wert bietet den folgenden Vorteil: Wenn versucht wird, unterhalb einer bestimmten Temperatur eine Temperaturregelung mit geschlossenem Regelkreis durchzuführen, kann es vorkommen, daß sich der Abscheider anfänglich so weit abkühlt, daß seine Temperatur unter die Aktivierungstemperatur fällt. Wenn die Regelung also nicht erfindungsgemäß durchgeführt wird, kann auf diese Weise ein unendlicher Zyklus auftreten, in dem die Abscheidertemperatur nie auf den gewünschten Wert eingeregelt wird. Der konstante Wert ( $\lambda LL$ ) wird anhand experimenteller Tests ermittelt, um einen gewissen annehmbaren Temperaturerhöhungsbetrag für den Abscheider 40 vorzusehen.

Wenn, wie weiter aus Fig. 6 ersichtlich ist, die Antwort auf Schritt 614 NEIN lautet, wird für den temporären Wert ( $temp$ ) das in Schritt 710 ermittelte und im folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 7 beschriebene gewünschte magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis ( $\lambda L$ ) eingesetzt. Anschließend wird in Schritt 619 der temporäre Wert auf einen Höchstgrenzwert  $L1$  getrimmt. Der Höchstgrenzwert  $L1$  stellt das magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis dar, bei dem, wie im folgenden unter besonderer Bezugnahme auf Fig. 10 noch beschrieben werden wird, zur Erhöhung der Abscheidertemperatur eine maximale inkrementale Wärmezufuhr erfolgt. Bei Einsatz der alternativen Ausführungsformen kann der Höchstgrenzwert das fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis oder die Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen darstellen, bei dem bzw. bei der zur Erhöhung der Abscheidertemperatur eine maximale inkrementale Wärmezufuhr erfolgt. Damit keine Motorfehlzündungen oder anderen Grenzbedingungen für die Motorstabilität auftreten, können außerdem zusätzliche Grenzwerte verwendet werden. Beispielsweise kann das maximale magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis anhand von Abbildungsdaten für Motorparameter getrimmt werden, so daß keine Motorfehlzündungen auftreten. In Schritt 1020 wird für das getrimmte gewünschte magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis der temporäre Wert ( $temp$ ) eingesetzt.

Wenn wie hier beschrieben die Reihenfolge der Schritte umgekehrt wird und zunächst das gewünschte fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis berechnet wird, kann im obigen Programmteil einfach das gewünschte fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis mit geeigneter Anpassung der Kalibrierungsparameter anstelle des gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses eingesetzt werden. Analog kann mittels einfacher Ersetzung auch der Wertebereich für das Kraftstoff-Luft-Verhältnis verwendet werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 7 wird das gewünschte magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis ( $\lambda L$ ) zur Regelung der Kraftstoffeinspritzung in die Magergemischzylinder berechnet, wobei der Parameter  $\lambda$  ein den Fachleuten auf diesem Gebiet bekanntes relatives Kraftstoff-Luft-Verhältnis angibt. In Schritt 710 wird das gewünschte magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis ( $\lambda L$ ) berechnet, wobei GRB einen vorbestimmten Zuwachs darstellt. In einer bevorzugten Ausführungsform wird das gewünschte magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis ( $\lambda L$ ) wie nachfolgend gezeigt berechnet:

$$\lambda L = (-\lambda LRB \cdot GRB - \lambda LLA + \lambda LFB)$$

Unter Bezugnahme auf Fig. 8 wird das gewünschte fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis ( $\lambda R$ ) anhand des gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses berechnet. Das gewünschte fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis dient zur Regelung der Kraftstoffeinspritzung in die mit fettem Gemisch arbeitenden Zylinder. Zunächst wird in Schritt 810 das getrimmte gewünschte magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis ( $\lambda Ld$ ) aus dem oben unter Bezugnahme auf Fig. 6 beschriebenen Schritt 620 abgefragt. Anschließend wird in Schritt 812 das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis für das Abgasgemisch ( $\lambda_{des}$ ) ermittelt, wobei sich der Parameter (4) wiederum auf ein relatives Kraftstoff-Luft-Verhältnis bezieht. In Schritt 814 wird das Verhältnis ( $R$ ) aus der Anzahl der Magergemischzylinder und der Anzahl der Fettgemischzylinder berechnet. Anschließend wird in Schritt 816 das gewünschte fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis ( $\lambda R$ ) nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\lambda R = \frac{\lambda_{des} * \lambda Ld}{\lambda Ld(1 + R) - \lambda_{des} * R}$$

Diese Gleichung kann vereinfacht werden, wenn das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis einer stöchiometrischen Gemischzusammensetzung entspricht und das Verhältnis ( $R$ ) für die folgende Gleichung gleich Eins ist:

$$\lambda_R = \frac{\lambda_L d}{2 * \lambda_L d - 1}$$

- 5 In einer alternativen Ausführungsform kann die Berechnungsreihenfolge hinsichtlich des gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses und des gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses umgekehrt werden. Mit anderen Worten kann das gewünschte fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis anhand der Rückmeldungskorrektur ( $\lambda_{LFB}$ ), der Anpassung durch die Voranreicherung ( $\lambda_{LRB}$ ) und der Anpassung des mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses ( $\lambda_{LLA}$ ) berechnet und in ähnlicher Weise wie das gewünschte magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis getrimmt werden. Anschließend wird  
10 das gewünschte magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\lambda_L = \frac{\lambda_{des} * \lambda_{Rd} * R}{\lambda_{Rd}(1 + R) - \lambda_{des}}$$

- 15 In einer weiteren alternativen Ausführungsform kann die Abscheidertemperatur (T) mittels des Wertebereichs des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses und der Differenz zwischen dem mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnis und dem fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnis berechnet werden. In diesem Fall wird der Wertebereich für das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis ( $\Delta\lambda$ ) anhand des Temperaturfehlers, der vorausgesteuerten Lastkorrektur und der vorausgesteuerten Voranreicherungskorrektur ermittelt. Der Wertebereich für das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis ( $\Delta\lambda$ ) kann anschließend in  
20 ähnlicher Weise wie beim Trimmen des gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses getrimmt werden. Anschließend können das gewünschte magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis und das gewünschte fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis wie in den nachfolgenden Gleichungen gezeigt ermittelt werden:

$$25 \quad \lambda_L = \frac{1}{2} \left( \Delta\lambda d + \lambda_{des} + \frac{\sqrt{R(\Delta\lambda d - \lambda_{des})^2 + (\Delta\lambda d + \lambda_{des})^2}}{\sqrt{R + 1}} \right)$$

- Für den einfachen Fall, in dem das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis für das Abgasgemisch ( $\lambda_{des}$ ) einer stöchiometrischen Gemischzusammensetzung entspricht und das Verhältnis (R) gleich Eins ist, kann die folgende, einfachere Gleichung verwendet werden:  
30

$$35 \quad \lambda_L = \frac{1}{2} + \frac{\Delta\lambda d}{2} + \frac{\sqrt{1 + (\Delta\lambda d)^2}}{2}$$

Anschließend wird das gewünschte fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis einfach anhand der folgenden Gleichung berechnet:

$$40 \quad \lambda_R = \lambda_L - \Delta\lambda d$$

- Unter Bezugnahme auf Fig. 9 wird ein Programmteil zur Berechnung der Signale für die Impulsbreite der Kraftstoff-einspritzung (fpwL und fpwR) beschrieben. In Schritt 910 wird die Impulsbreite für die magere Kraftstoffeinspritzung anhand des über den Luftmassenmesser (MAF) ermittelten Luftdurchflusses im Motor, der Anzahl der mit magerem und  
45 mit fettem Gemisch arbeitenden Zylinder, des stöchiometrischen Kraftstoff-Luft-Verhältnisses (S) und des gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses ( $\lambda_L$ ) berechnet. Anschließend wird in Schritt 912 die Impulsbreite für die fette Kraftstoffeinspritzung anhand des über den Luftmassenmesser (MAF) ermittelten Luftdurchflusses im Motor, der Anzahl der mit magerem und mit fettem Gemisch arbeitenden Zylinder, des stöchiometrischen Kraftstoff-Luft-Verhältnisses (S), des gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses ( $\lambda_R$ ) und der Voranreicherungskorrektur ( $\lambda_{LRB}$ ) berechnet.  
50

- Unter Bezugnahme auf Fig. 10 ist ein Graph dargestellt, der eine Näherungsbeziehung zwischen der inkrementalen Wärmezufuhr zum Abscheider und dem mageren Kraftstoff-Luft-Gemisch ( $\lambda_L$ ), der Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen ( $\Delta\lambda$ ) oder dem Kehrwert des fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses ( $\lambda_R$ )<sup>-1</sup> darstellt. Der Graph zeigt einen bestimmten, die maximale Wärmezufuhr darstellenden Wert. Eine Erhöhung der Temperatur über diesen Punkt hinaus führt zu einer geringeren oder sogar negativen Wärmezufuhr zum Abscheider. Auf diese Weise muß die Regelung zur Verhinderung von Regelinstabilitäten und einer nicht optimalen Regelung auf den Wert L1 begrenzt werden. Die inkrementale Wärmezufuhr zum Abscheider kann relativ zur stöchiometrischen Gemischzusammensetzung ermittelt werden. Bei der inkrementalen Wärmezufuhr ist sowohl die aufgrund des von der stöchiometrischen Zusammensetzung abweichenden Betriebs auftretende Abkühlung der aus dem Motor strömenden Abgase als auch die proportional zur Differenz zwischen dem mageren und dem fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnis erfolgende Wärmezufuhr durch die exotherme  
60 Reaktion berücksichtigt.

- Es sind bereits verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben worden, aber die Erfindung ist nicht auf diese beschränkt, sondern es gibt noch weitere Beispiele, die ebenfalls beschrieben werden könnten. Beispielsweise kann die Erfindung vorteilhafterweise auch zusammen mit Direkteinspritzungsmotoren verwendet werden, in denen NO<sub>x</sub>-Abscheider eingesetzt werden können. Die Erfindung ist daher nur durch die anhängenden Ansprüche definiert.  
65



1. Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses eines Abgasgemischs beim Eintritt in eine Schadstoffbegrenzungsvorrichtung, wobei die Schadstoffbegrenzungsvorrichtung in einer Vorrichtung zur Abgasdurchführung eines Verbrennungsmotors mit zumindest einem ersten und einem zweiten Zylinder eingebaut ist, **gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:**
  - Erzeugung eines gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den ersten Zylinder, so daß eine gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht wird,
  - Betrieb des ersten Zylinders mit dem genannten gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnis,
  - Erzeugung eines gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den zweiten Zylinder anhand des genannten gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses und eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des Abgasgemischs; wobei die Abgase aus dem ersten und dem zweiten Zylinder das Abgasgemisch bilden und Betrieb des zweiten Zylinders mit dem genannten gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnis.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Gemischs relativ zur stöchiometrischen Gemischzusammensetzung fett eingestellt wird, wenn die genannte gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht ist, wobei eine Entschwefelung der Vorrichtung stattfindet.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte gewünschte magere Kraftstoff-Luft-Verhältnis angefettet wird, wenn die gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht ist und das genannte gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Gemischs relativ zur stöchiometrischen Gemischzusammensetzung fett eingestellt wird, wenn die gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Gemischs der stöchiometrischen Gemischzusammensetzung entspricht und es sich bei der genannten Schadstoffbegrenzungsvorrichtung um einen NO<sub>x</sub>-Abscheider handelt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Schritt zur Erzeugung des gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den ersten Zylinder außerdem die Erzeugung des genannten gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den ersten Zylinder anhand der Abweichung zwischen der genannten gewünschten Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung und der Ist-Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung beinhaltet.
6. Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses eines Abgasgemischs beim Eintritt in eine Schadstoffbegrenzungsvorrichtung, wobei die Schadstoffbegrenzungsvorrichtung in einer Vorrichtung zur Abgasdurchführung eines Verbrennungsmotors mit zumindest einem ersten und einem zweiten Zylinder eingebaut ist, **gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:**
  - Erzeugung eines gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den ersten Zylinder, so daß eine gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht wird,
  - Betrieb des ersten Zylinders mit dem genannten gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnis,
  - Erzeugung eines gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den zweiten Zylinder anhand des genannten gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses und anhand eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des Abgasgemischs, wobei die Abgase aus dem ersten und dem zweiten Zylinder das Abgasgemisch bilden und Betrieb des zweiten Zylinders mit dem gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnis.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Gemischs relativ zur stöchiometrischen Gemischzusammensetzung fett eingestellt wird, wenn die genannte gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht ist, wobei eine Entschwefelung der Vorrichtung stattfindet.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das gewünschte fette Kraftstoff-Luft-Verhältnis magerer eingestellt wird, wenn die gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht ist und das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Gemischs relativ zur stöchiometrischen Gemischzusammensetzung fett eingestellt wird, wenn die gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht ist.
9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Gemischs der stöchiometrischen Gemischzusammensetzung entspricht und es sich bei der genannten Schadstoffbegrenzungsvorrichtung um einen NO<sub>x</sub>-Abscheider handelt.
10. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Schritt zur Erzeugung des gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den ersten Zylinder außerdem die Erzeugung des genannten gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den ersten Zylinder anhand der Abweichung zwischen der genannten gewünschten Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung und der Ist-Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung beinhaltet.
11. Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses eines Abgasgemischs beim Eintritt in eine Schadstoffbegrenzungsvorrichtung, wobei die Schadstoffbegrenzungsvorrichtung in einer Vorrichtung zur Abgasdurchführung eines Verbrennungsmotors mit zumindest einem ersten und einem zweiten Zylinder eingebaut ist, **gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:**
  - Erzeugung einer gewünschten Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen des ersten und des zweiten Zylinders, so daß eine gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht wird,
  - Erzeugung eines gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den ersten Zylinder anhand der genannten gewünschten Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen und anhand eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des Abgasgemischs, wobei die Abgase aus dem ersten und dem zweiten Zylinder das Abgasgemisch

bilden,

Erzeugung eines gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den zweiten Zylinder anhand der genannten gewünschten Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen und anhand des genannten gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des genannten Abgasgemischs,

Betrieb des ersten Zylinders mit dem genannten gewünschten mageren Kraftstoff-Luft-Verhältnis und Betrieb des zweiten Zylinders mit dem genannten gewünschten fetten Kraftstoff-Luft-Verhältnis.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Gemischs relativ zur stöchiometrischen Gemischzusammensetzung fett eingestellt wird, wenn die genannte gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht ist, wobei eine Entschwefelung der Vorrichtung stattfindet.

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte gewünschte Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen verringert wird, wenn die gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht ist und das genannte gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Gemischs relativ zur stöchiometrischen Gemischzusammensetzung fett eingestellt wird, wenn die gewünschte Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung erreicht ist.

14. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis des Gemischs der stöchiometrischen Gemischzusammensetzung entspricht und es sich bei der genannten Schadstoffbegrenzungsvorrichtung um einen  $\text{NO}_x$ -Abscheider handelt.

15. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Schritt zur Erzeugung der gewünschten Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen außerdem die Erzeugung der genannten gewünschten Differenz zwischen den Kraftstoff-Luft-Verhältnissen anhand der Abweichung zwischen der genannten gewünschten Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung und der Ist-Temperatur der Schadstoffbegrenzungsvorrichtung beinhaltet.

16. Produktionsartikel, gekennzeichnet durch:

ein Computerspeicher-Medium mit einem codierten Computerprogramm zur Regelung der zumindest einem ersten und einem zweiten Zylinder eines Motors zugemessenen Kraftstoffmenge, wobei der Motor eine Vorrichtung zur Abgasdurchführung mit einem eingebauten  $\text{NO}_x$ -Abscheider aufweist und das genannte Computerspeicher-Medium gekennzeichnet ist durch:

Code zur Ermittlung eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den ersten Zylinder anhand einer gewünschten Temperatur und der Ist-Temperatur des Abscheiders und,

Code zur Erzeugung eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den zweiten Zylinder anhand des genannten gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses für den ersten Zylinder und anhand eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des Abgasgemischs, wobei die Abgase aus dem ersten und dem zweiten Zylinder das genannte Abgasgemisch bilden.

17. Produktionsartikel nach Anspruch 16, wobei das genannte Medium gekennzeichnet ist durch: Code zum Einstellen des genannten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des Gemischs auf einen im Verhältnis zur stöchiometrischen Gemischzusammensetzung fetten Einstellung, wenn die genannte Abscheidertemperatur erreicht ist.

18. Produktionsartikel nach Anspruch 16, wobei das genannte Medium gekennzeichnet ist durch:

Code zum Ändern des Betriebs des genannten ersten Zylinders in der Weise, daß das gewünschte Kraftstoff-Luft-Verhältnis in Richtung auf die stöchiometrische Gemischzusammensetzung verändert wird, wenn die genannte gewünschte Abscheidertemperatur erreicht ist und

Code zur Erzielung einer relativ zur stöchiometrischen Gemischzusammensetzung fetten Einstellung des gewünschten Kraftstoff-Luft-Verhältnisses des Gemischs, wenn die genannte Abscheidertemperatur erreicht ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



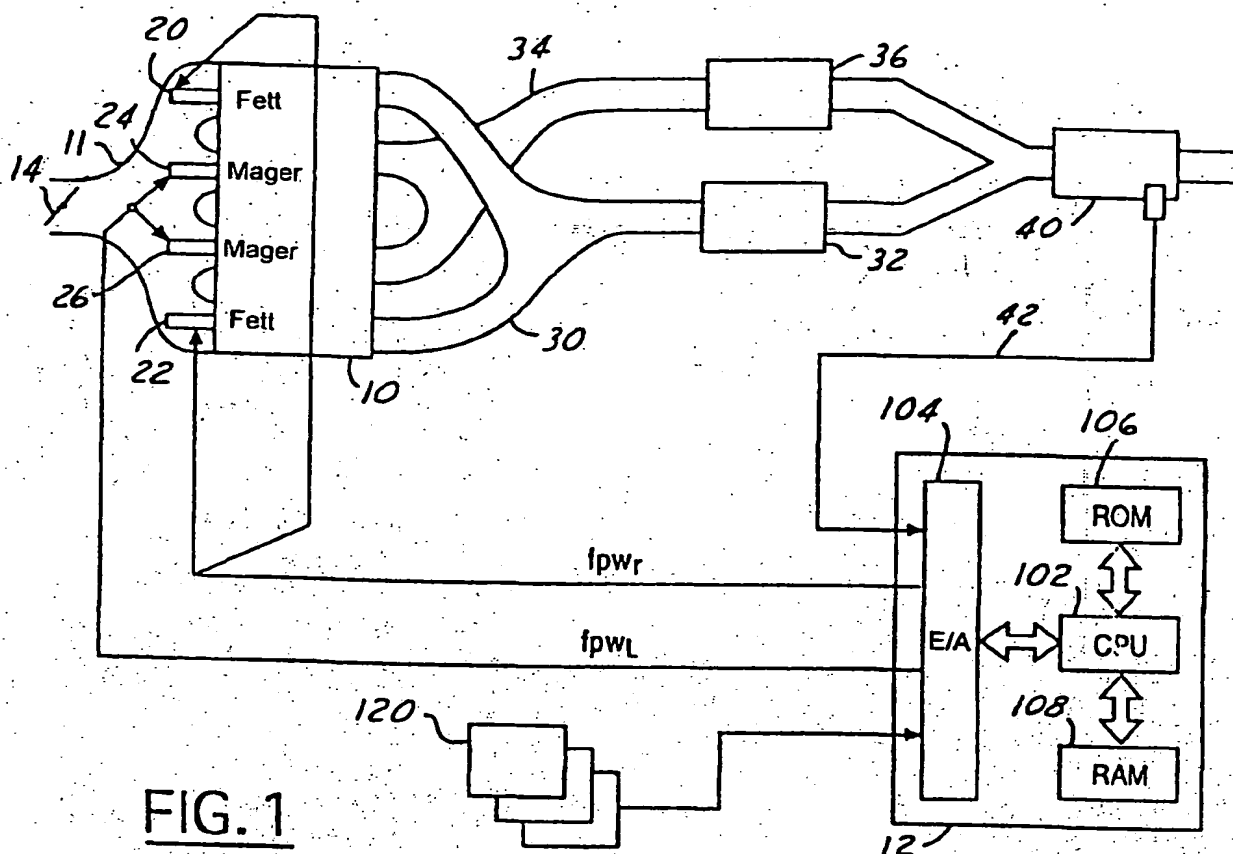


FIG. 1

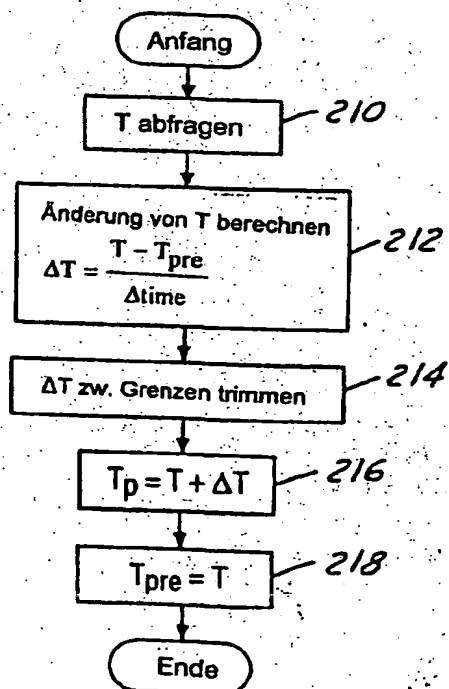


FIG. 2

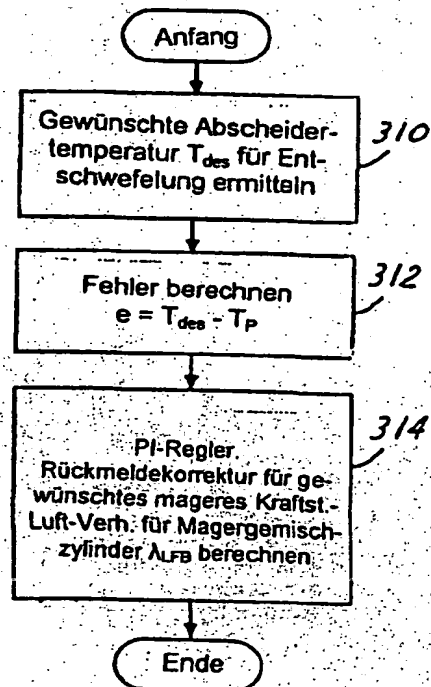


FIG. 3

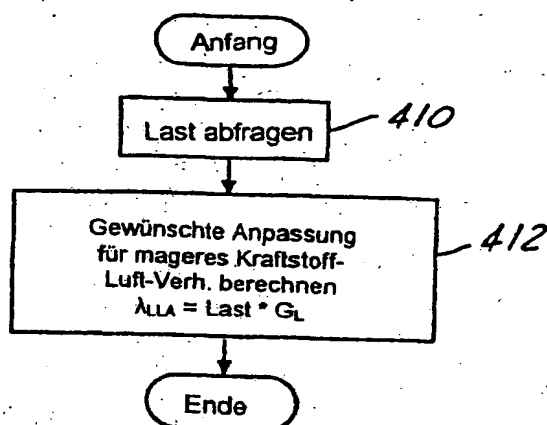


FIG. 4

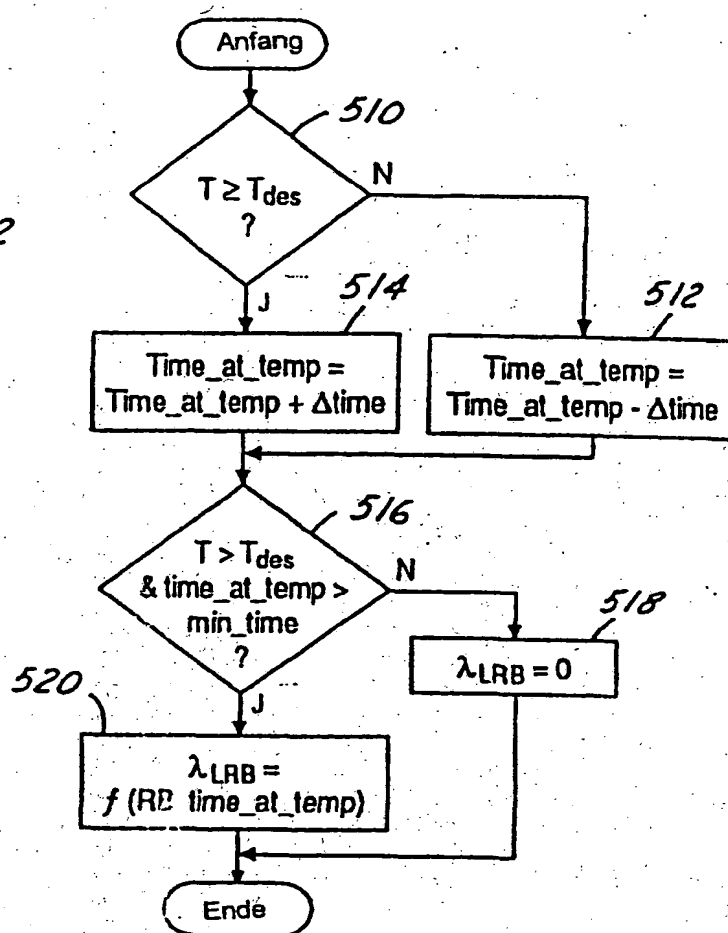


FIG. 5

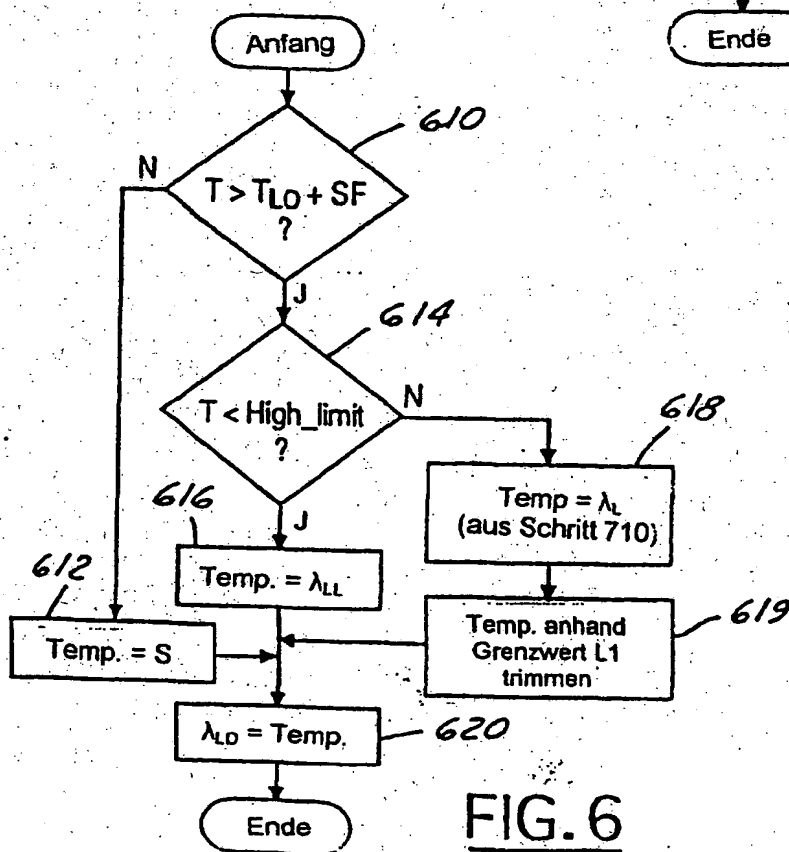
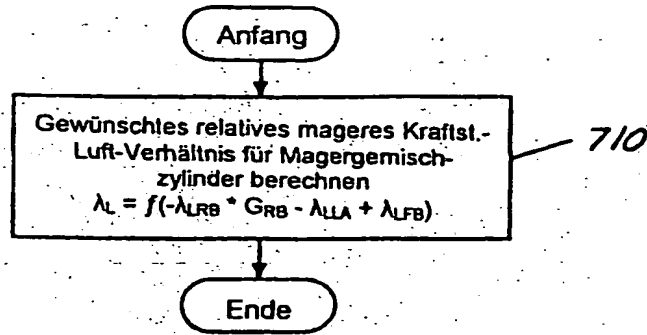
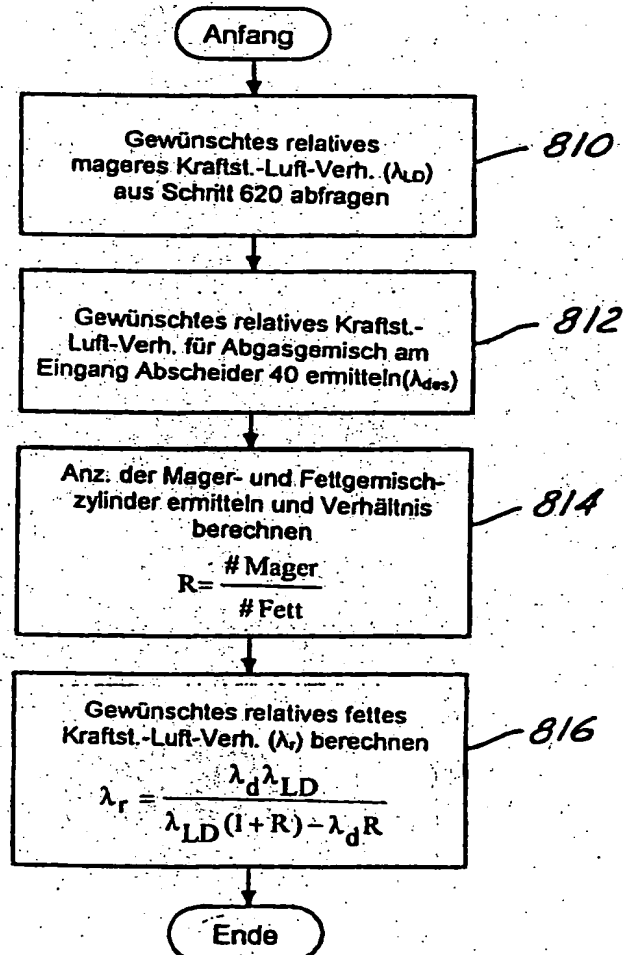
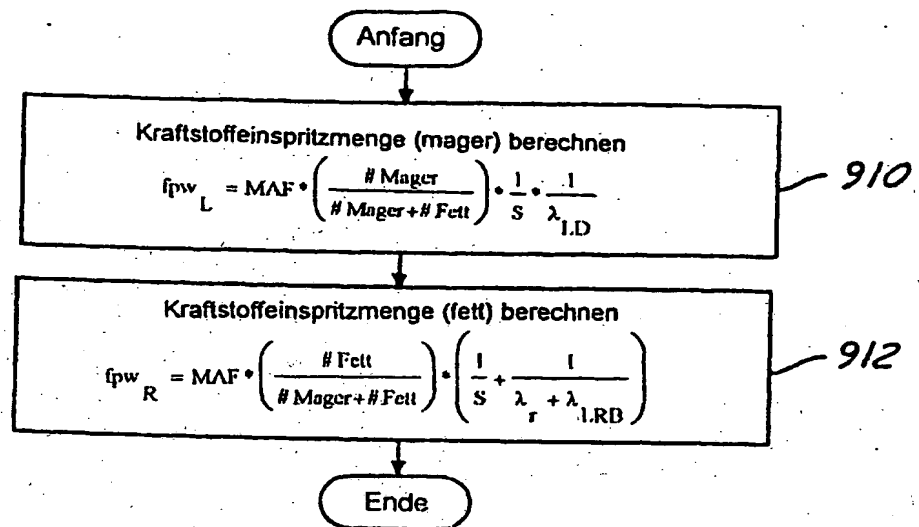
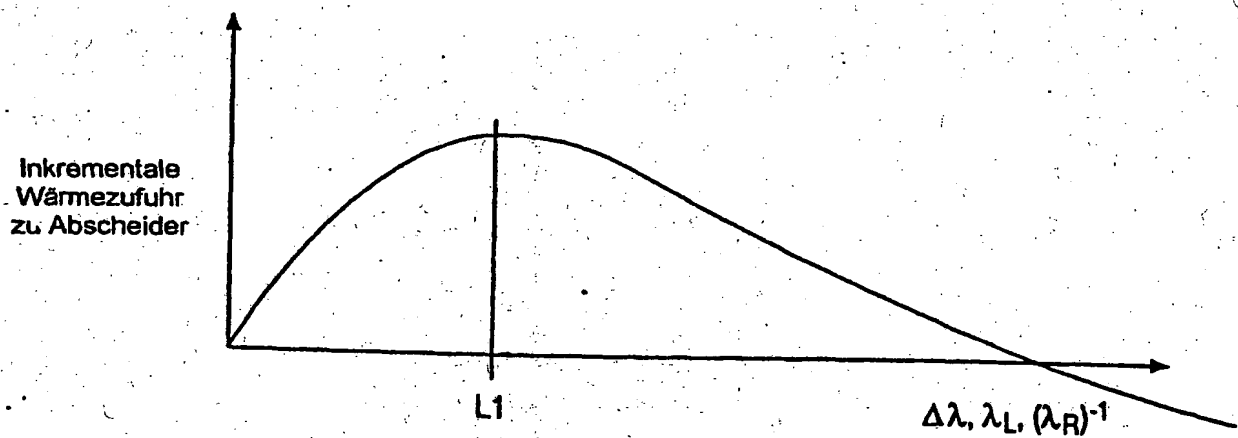


FIG. 6

FIG. 7FIG. 8

FIG. 9FIG. 10